

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-186542

(43)Date of publication of application : 15.07.1997

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 9/25

(21)Application number : 07-343584

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1995

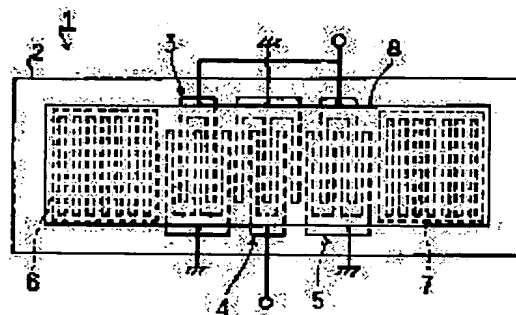
(72)Inventor : SAWADA YOICHI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE RESONATOR FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a resonator filter with a sufficient band width in which short-circuit or damage of an electrode due to deposition of metallic powder or a foreign material is prevented.

SOLUTION: Plural interdigital electrodes 3-5 are formed on a 36° Y rotation cut LiTaO3 piezoelectric substrate 2, reflectors 6, 7 are formed to both sides of an area on which the plural interdigital electrodes 3-5 are formed in the propagation direction of a surface acoustic wave, an SiO2 film 8 is formed to an upper side of the plural interdigital electrodes 3-5 and the reflectors 6, 7, and the film thickness relation is expressed in equation $(h_1 + h_2/2)/\lambda \geq 0.06$, where h_1 is the film thickness of the interdigital electrodes 3-5, and the reflectors 6, 7, h_2 is the film thickness of the SiO2 film and λ is a wavelength of a surface acoustic wave.



$$(h_1 + h_2/2)/\lambda \geq 0.06$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 1 8 6 5 4 2

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int. Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/145	7259 - 5 J	H 0 3 H	9/145 C
	9/25	7259 - 5 J		9/25 C

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-343584

(22) 出願日 平成7年(1995)12月28日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 沢田 曜一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 弾性表面波共振子フィルタ

(57) 【要約】

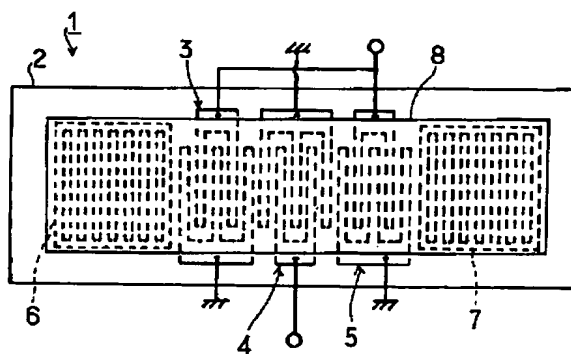
【課題】 金属粉や異物の付着による電極の短絡や損傷を防止することができ、かつ十分な帯域幅を有する S A W 共振子フィルタを得る。

【解決手段】 36° Y 回転カットの L i T a O₃ 圧電基板 2 上に、複数のインターデジタル電極 3 ~ 5 を形成し、複数のインターデジタル電極 3 ~ 5 が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器 6, 7 を形成し、インターデジタル電極 3 ~ 5 及び反射器 6, 7 の上面に S i O₂ 膜 8 を形成してなり、インターデジタル電極 3 ~ 5 及び反射器 6, 7 の膜厚を h_1 、S i O₂ 膜の膜厚を h_2 、表面波の波長 λ としたときに、

【数 1】

$$(h_1 + h_2 / 2) / \lambda \geq 0.06 \quad \cdots (1)$$

の関係を満たすように設定されている S A W 共振子フィルタ 1。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 36° Y 回転カットの LiTaO_3 圧電基板上に、それぞれインターデジタルトランスデューサを構成するための複数のインターデジタル電極が形成されており、かつ複数のインターデジタル電極が形成されている領域の表面波伝搬方向両側に反射器が形成されている弾性表面波共振子フィルタにおいて、前記インターデジタル電極及び反射器の表面に SiO_2 膜が形成されており、該 SiO_2 膜の膜厚を h_2 、インターデジタル電極及び反射器を形成している導電膜の膜厚を h_1 、表面波の波長 λ としたときに、

【数 1】

$$(h_1 + h_2 / 2) / \lambda \geq 0.06 \quad \dots (1)$$

の関係を満たすように、インターデジタル電極、反射器及び SiO_2 膜の厚みが設定されていることを特徴とする、弾性表面波共振子フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電基板上にインターデジタルトランスデューサ（以下、IDT）を構成するためのインターデジタル電極（ID電極）及び反射器を形成してなる弾性表面波共振子フィルタに関し、特に、圧電基板として 36° Y 回転カットの LiTaO_3 基板を用い、かつ ID 電極かつ反射器の形成されている部分が改良された弾性表面波共振子フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、各種通信機器において、小型化及び無調整化をはかるために、帯域フィルタとして弾性表面波（SAW）共振子フィルタが広く用いられている。また、通信機器の高周波化等に伴って、上記 SAW 共振子フィルタの広帯域化が広く求められてきている。

【0003】そこで、SAW 共振子フィルタにおいて広帯域化を図るために、電気機械結合係数が大きい 36° Y 回転カットの LiTaO_3 基板を用い、該基板上に 3 個の IDT を設け、縦 0 次モードと縦 2 次モードとを利用した縦結合型 2 重モード SAW 共振子フィルタにおいて、IDT と電氣的に並列となる結合容量を設けた構成が提案されている（特開平 4-40705 号公報）。この先行技術に記載の SAW 共振子フィルタでは、上記 IDT 及び反射器の電極の膜厚を h_1 、表面波の波長 λ としたときに、 $h_1 / \lambda = 0.03$ に設定されており、かつ IDT を構成している IDT 電極の電極指中心間距離を d とした場合、 $d / L = 0.50$ に設定することにより、広帯域化が図られるとされている。

【0004】しかしながら、上記先行技術に記載の SAW 共振子フィルタにおいても、一応の広帯域化は図り得るものの、比帯域幅は、高々 2% 程度にすぎなかった。そこで、同じく 36° Y 回転カットの LiTaO_3 圧電基板を用いて構成された SAW 共振子フィルタにおい

て、より一層の広帯域化を図り得る構造が特開平 7-58581 号公報に開示されている。ここでは、 36° Y 回転カットの LiTaO_3 基板上に 3 個の ID 電極が配置されており、かつ ID 電極が形成されている領域の表面波伝搬方向両側に反射器が形成されている。また、広帯域化を図るために、ID 電極の同電位側の電極指の周期を L 、電極指交差幅を W としたときに、

【0005】

【数 2】

$$42 \times 50 / R_L \leq W / L \leq 110 \times 50 / R_L$$

【0006】を満たすように同電位に接続される電極指の周期 L 及び電極指交差幅 W が設定されており、かつ ID 電極の電極指中心間ピッチを d とした場合、

【0007】

【数 3】

$$0.24 \leq d / L \leq 0.30$$

【0008】を満たすように比 d / L が決定されており、さらに、ID 電極及び反射器の電極の膜厚を h_1 、表面波の波長 λ としたときに、

【0009】

【数 4】

$$h_1 / \lambda \geq 0.06$$

【0010】を満たすように比 h_1 / λ が設定されている。この構成によれば、比帯域幅は約 3.7%、例えば 900MHz 帯のフィルタにおいては帯域幅は約 30MHz とされ、従って、従来の SAW 共振子フィルタに比べて広帯域化が図られるとともに、リップルも 1dB 以下に低減することが可能とされている。

【0011】また、この先行技術に記載の方法では、上記 ID 電極及び反射器の電極の相対的膜厚（すなわち表面波の波長に対して規格化された膜厚） h_1 / λ は、従来の弾性表面波共振子フィルタの場合に比べて約 2 倍に設定されており、それによって上記広帯域化が実現されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、 36° Y 回転カットの LiTaO_3 圧電基板を用いた SAW 共振子フィルタにおいて、特開平 7-58581 号公報に記載のように ID 電極及び反射器を構成すれば、十分な帯域幅を得ることができる。

【0013】しかしながら、特開平 7-58581 号公報に記載の SAW 共振子フィルタでは、ID 電極や反射器が露出しているため、金属粉やその他の異物が ID 電極や反射器に付着した場合に、短絡が生じたり、IDT が損傷したりするおそれがあった。

【0014】本発明の目的は、上述した従来技術の問題点に鑑み、十分な帯域幅を実現し得るだけでなく、金属粉やその他の異物の付着による IDT の損傷を効果的に防止し得る SAW 共振子フィルタを提供することにあ

る。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、 36° Y回転カットのLiTaO₃ 圧電基板上に、それぞれIDTを構成するための複数個のID電極が形成されており、かつ複数のID電極が形成されている領域の表面波伝搬方向両側に反射器が形成されているSAW共振子フィルタにおいて、前記ID電極及び反射器の表面にSiO₂ 膜が形成されており、該SiO₂ 膜の膜厚を h_2 、ID電極及び反射器を形成している導電膜の膜厚を h_1 、表面波の波長 λ としたときに、下記の式(1)

【0016】

【数5】

$$(h_1 + h_2 / 2) / \lambda \geq 0.06 \quad \dots\dots (1)$$

【0017】の関係を満たすように、ID電極、反射器及びSiO₂ 膜の厚みが設定されていることを特徴とするSAW共振子フィルタである。

【0018】本発明のSAW共振子フィルタでは、圧電基板として、電気機械結合係数が大きい 36° Y回転カットのLiTaO₃ 圧電基板が用いられる。また、上記のように、ID電極及び反射器の膜厚を h_1 、SiO₂ 膜の膜厚を h_2 及び表面波の波長を λ としたときに、上記式(1)を満たすようにこれらの値が決定されており、それによって十分な帯域幅を確保するとともに、SiO₂ 膜の存在により金属粉やその他の異物からID電極及び反射器が保護される。

【0019】すなわち、本願発明者は、通過帯域幅を十分な大きさとし得る特開平7-58581号公報に記載のSAW共振子フィルタを用い、上記金属粉やその他の異物による付着によるID電極の損傷が生じる可能性につき鋭意検討した結果、ID電極及び反射器の表面に、保護膜を形成すれば、上記金属粉やその他の異物の付着によるID電極の損傷を防止し得るのではないかと考え、種々の材料を用いて実験を繰り返した。もともと、上記のように設けた保護膜により、ID電極の損傷が防止されたとしても、通過帯域幅は十分な大きさに確保されねばならない。従って、このような観点から種々の材料を用い、かつSAW共振子フィルタの種々のパラメータを変更して実験したところ、保護膜としてSiO₂ 膜を用い、該SiO₂ 膜、ID電極及び反射器を上記式(1)を満たすように設定すれば、ID電極の損傷を防止し得るだけでなく、通過帯域幅も十分な大きさに確保されることを見出し、本発明をなすに至った。

【0020】すなわち、本発明は、特開平7-58581号公報に記載の広い帯域幅を得ることができるSAW共振子フィルタの電極部分に単に保護膜を設けただけでは、上記課題を達成し得ないことを見出し、本願発明者により実験的に確かめられたものである。

【0021】なお、本発明のように、上記式(1)を満

たすようにSiO₂ 膜の膜厚 h_2 、ID電極及び反射器の膜厚 h_1 、及び表面波の波長 λ を設定して初めて、SiO₂ 膜を保護膜として用いたとしても、十分な帯域幅を得ることができるのであるが、保護膜としてSiO₂ 膜を選択し得たとしても、該保護膜の膜厚、ID電極及び反射器の膜厚と表面波の波長 λ との関係を選択すれば、保護膜を設けたSAW共振子フィルタにおいてさらに帯域幅も十分な値に確保し得ることは、従来全く知られていなかったことを指摘しておく。

【0022】本発明においては、 36° Y回転カットのLiTaO₃ 基板が用いられている。 36° Y回転カットのLiTaO₃ 基板は、電気機械結合係数が大きく、かつ温度による周波数変動が小さい。従って、本発明のSAW共振子フィルタでは、 36° Y回転カットのLiTaO₃ 圧電基板を用いているため、後述のように広い通過帯域幅を得ることができるだけでなく、温度特性においても良好なSAW共振子フィルタを構成し得る。

【0023】本発明では、上記LiTaO₃ 圧電基板上に、複数個のID電極が形成されている。すなわち、各ID電極を圧電基板上に形成することにより、それぞれIDTが構成されている。各ID電極は、周知のように、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する一対のくし型電極により構成されている。

【0024】上記複数のID電極の数は特に限定されるものではないが、広帯域化を図り得るだけでなく、小型化を進めるためには、好ましくは、3個のID電極が形成され、それによって3電極型のSAW共振子フィルタが構成される。もっとも、4個以上のID電極が形成され、それによって多電極型のSAW共振子フィルタとしてもよい。

【0025】また、ID電極においては、周知の重み付け法に従って、交差幅重み付けや間引き電極法により重み付けが施されていてもよい。複数のID電極が形成されている領域の表面波伝搬方向両側には、反射器が形成されている。両側に設けられた反射器は、該反射器間において発生した表面波を閉じ込め、定在波とし、縦結合型2重モードSAW共振子フィルタを構成するために設けられている。この反射器については、上記表面波を閉じ込め得る限り、適宜の構造とし得るが、通常、表面波伝搬方向に直交する方向に延びる複数本の電極指を有するグレーディング反射器が用いられる。

【0026】上記ID電極及び反射器は、任意の導電性材料で構成することができるが、通常、SAW装置において電極材料として慣用されているアルミニウムやアルミニウム合金が用いられる。

【0027】SiO₂ 膜は、上記ID電極及び反射器の表面を被覆するように形成される。このSiO₂ 膜は、圧電基板上の他の領域に至るように形成されていてもよい。もともと、SAW共振子フィルタを外部と接続するための電極パッドは、ワイヤーボンディングを行うため

に露出されている必要がある。従って、好ましくは、上記電極パッドが設けられている部分の上面には SiO_2 膜は形成されない。 SiO_2 膜の形成は、蒸着、スパッタリング等の適宜の薄膜形成方法を用いて行うことができ、特に限定されるものではない。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態にかかるSAW共振子フィルタを示す略図的平面図であり、図2は、 SiO_2 膜を除去した上記実施形態にかかるSAW共振子フィルタの略図的平面図である。なお、図1及び図2においては、ID電極を外部と接続するために電極パッドについては図示を省略してあることを指摘しておく。

【0029】図1に示すSAW共振子フィルタ1は、 36° Y回転カットの LiTaO_3 よりなる圧電基板2を用いて構成されている。圧電基板2上には、第1～第3のID電極3～5が形成されており、それによって、それぞれ、第1～第3のIDTが構成されている。

【0030】図2に示すように、ID電極3は、一対のくし型電極3a、3bを有する。くし型電極3a、3bは、それぞれ複数本の電極指を有し、くし型電極3aの電極指とくし型電極3bの電極指は互いに間隔し合っている。第2、第3のID電極4、5も、第1のID電極3と同様に、一対のくし型電極4a、4b、5a、5bを有する。

【0031】ID電極3～5が形成されている領域の表面波伝搬方向両側には、グレーティング反射器6、7が形成されている。反射器6、7は、それぞれ、表面波伝搬方向に直交する方向に延びる複数本の電極指6a、7aを有する。複数本の電極指6a、7aは、両端において相互に電氣的に接続されている。

【0032】本実施形態では、ID電極3～5及び反射器6、7は、A1薄膜により構成されている。ID電極3～5及び反射器6、7の形成は、圧電基板2の上面の全面にA1よりなる薄膜を形成した後、フォトリソグラフィ技術を用いて所定の形状とすることにより行われている。

【0033】また、ID電極3～5及び反射器6、7が形成されている部分には、図1に示す SiO_2 膜8が形成されている。図3は、この SiO_2 膜8が形成されている部分の一部を示す部分切欠断面図である。図1から明らかなように、 SiO_2 膜は、ID電極3～5及び反射器6、7の少なくとも電極指が設けられている部分を被覆するように圧電基板2の上面に形成されている。

【0034】次に、本実施形態のSAW共振子フィルタ1において、通過帯域幅を広げるとともに、 SiO_2 膜8の形成により金属粉やその他の異物によるID電極の損傷を防止し得る構成及び条件について、具体的な実験例を参照しつつ説明する。

【0035】SAW共振子フィルタ1では、通過帯域幅

の上限は、反射器6、7のストップバンド幅で制限される。従って、SAW共振子フィルタ1において、広帯域化を図るには、反射器6、7のストップバンド幅を広げればよい。

【0036】800MHz帯のPDC用フィルタとしてSAW共振子フィルタ1を構成する場合を例にとり説明する。まず、SAW共振子フィルタ1において、通過帯域、温度変動分、経時変動分及び製造上の公差の全てを考慮すると、800MHz帯のフィルタでは、必要帯域幅は26MHz程度となる。また、省電力化のために、低損失化が求められており、従って、SAW共振子フィルタにおいても、フィルタの挿入損失は2.2dB以下であることが求められている。

【0037】そこで、挿入損失が2.2dBであり、かつ通過帯域幅が26MHz（比帯域幅3.2%）となるフィルタについて、シミュレーションによりストップバンドの比帯域幅を計算すると、ストップバンドの比帯域幅は約4.7%となった。従って、挿入損失を2.2dB以下、通過帯域幅を26MHz以上とするには、ストップバンドの比帯域幅は4.7%以上であることが必要である。

【0038】そこで、ストップバンド幅を広げるべく、ID電極3～5及び反射器6、7の膜厚のSAWの波長に対する比 h_1/λ の変化によるストップバンド幅の変化を調べたところ、図4に破線Aで示す結果が得られた。

【0039】図4の破線Aから明らかなように、ID電極3～5及び反射器6、7の膜厚の表面波の波長 λ に対する比 h_1/λ が大きくなるほど、ストップバンドの比帯域幅が大きくなることわかる。

【0040】また、本願発明者は、上記 SiO_2 膜8のストップバンドへの影響について初めて着目し、 SiO_2 膜8の膜厚 h_2 の表面波の波長 λ に対する比 h_2/λ を変化させた場合のストップバンドの変化を測定したところ、図4に実線Bで示す結果が得られた。すなわち、図4から明らかなように、 SiO_2 膜の膜厚を変化させた場合と、膜厚比 h_2/λ を大きくするに連れストップバンドの比帯域幅が大きくなることわかる。また、図4の破線Aと、実線Bとを比較すれば明らかなように、ストップバンドの比帯域幅を増大させる効果は、 h_1/λ の方が高く、 h_2/λ を変化させた場合には、 h_1/λ を変化させた場合の約1/2であることがわかる。

【0041】従って、図4に示した結果から、ID電極3～5及び反射器6、7の上記膜厚比 h_1/λ を増大させることによりストップバンド幅を広げる効果は、ID電極3～5及び反射器6、7の膜厚比 h_1/λ の2倍に相当する h_2/λ となる SiO_2 膜8を形成することにより達成されることがわかる。言い換えれば、 h_1/λ を一定としても、 h_2/λ を変化させることによりストップバンド幅を広げ得ることがわかる。

【0042】図5は、比 h_1/λ が0.057の場合に、他のパラメータを変えずに、 SiO_2 膜8の膜厚比 h_2/λ だけを変化させて、反射器のストップバンド幅を測定した場合の結果を示す。図5から明らかなように、 SiO_2 膜8の膜厚比 h_2/λ を増加させることにより、ストップバンドの比帯域幅が増加していることがわかる。

【0043】図5から、ストップバンドの比帯域幅が、4.7%以上となるのは、 h_2/λ が0.006以上であることがわかる。従って、ID電極3～5及び反射器6、7の膜厚比 h_1/λ と、 SiO_2 膜8の膜厚比 h_2/λ の2分の1とを加えたものが、次の式(1)

【0044】

【数6】

$$(h_1 + h_2/2)/\lambda \geq 0.06 \quad \dots (1)$$

【0045】を満たすように構成すれば、挿入損失が2.2dB以下であり、通過帯域幅は26MHz以上のSAW共振子フィルタ1を実現し得ることがわかる。

【0046】よって、本実施形態のSAW共振子フィルタ1では、上記第1～第3のID電極及び反射器6、7、 SiO_2 膜及び表面波の波長 λ の関係が、上記式(1)を満たすように構成されており、それによって、挿入損失が小さく、十分な通過帯域幅を有し、さらに、 SiO_2 膜がID電極及び反射器を被覆しているため、金属粉や異物の付着によるIDTの損傷が生じ難いSAW共振子フィルタとされていることがわかる。

【0047】上記式(1)を満たすように、SAW共振子フィルタを構成した場合に、実際に広い帯域幅及び小さな挿入損失を実現し得ることを、具体的な実験例に基づき確かめた。図6は、SAW共振子フィルタ1の実施例として、 $h_1/\lambda=0.057$ 、 $h_2/\lambda=0.014$ として構成したSAW共振子フィルタの周波数特性を示す。

【0048】図6から明らかなように、挿入損失が2.2dBの帯域幅は28MHzとなっており、従って、十分な帯域幅を有することがわかる。よって、式(1)を満たすように、SAW共振子フィルタ1を構成すること

により、 SiO_2 膜8によりIDTの損傷を防止し得るだけでなく、十分な帯域幅を確保し得ることがわかる。

【0049】

【発明の効果】本発明のSAW共振子フィルタでは、ID電極及び反射器表面に SiO_2 膜が形成されているため、金属粉や異物が付着したとしても、短絡等の事故やIDTの損傷等が効果的に防止される。加えて、上記 SiO_2 膜を形成したとしても、ID電極及び反射器の膜厚 h_1 、 SiO_2 膜の膜厚 h_2 及び表面波の波長 λ が、上述した式(1)を満たすように設定されているため、通過帯域幅も十分な大きさに確保される。

【0050】よって、広帯域であるだけでなく、信頼性に優れたSAW共振子フィルタを提供することができ、かつSAW共振子フィルタの生産に際しての歩留りを高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかるSAW共振子フィルタを説明するための略図的平面図。

【図2】本発明の一実施形態にかかるSAW共振子フィルタにおいて、 SiO_2 膜を取り除いた状態を示す略図的平面図。

【図3】図1に示した実施形態のSAW共振子フィルタにおいて、 SiO_2 膜が形成されている部分を拡大して示す部分切欠断面斜視図。

【図4】比 h_1/λ 及び h_2/λ とストップバンドの比帯域幅との関係を示す図。

【図5】比 h_1/λ を一定とした場合に、比 h_2/λ を変化させた場合のストップバンドの比帯域幅の変化を示す図。

【図6】本発明の一実施例として試作したSAW共振子フィルタの周波数特性を示す図。

【符号の説明】

1…SAW共振子フィルタ

2…圧電基板

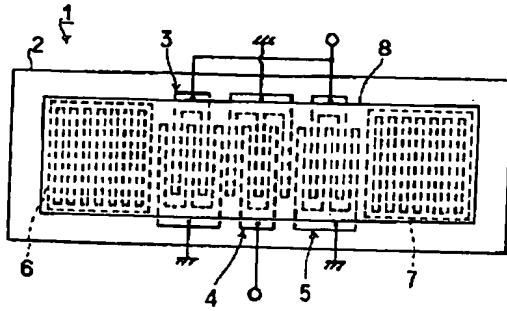
3～5…ID電極

3a, 3b, 4a, 4b, 5a, 5b…くし型電極

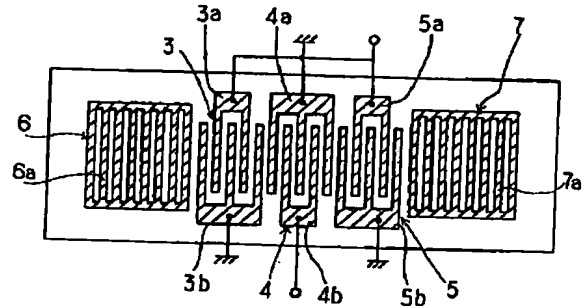
6, 7…反射器

8… SiO_2 膜

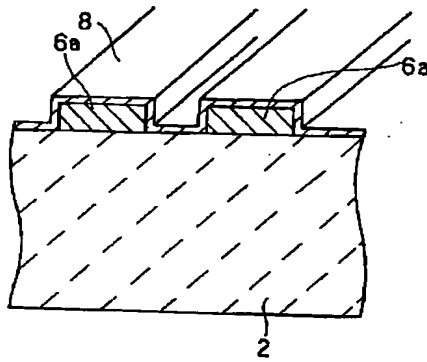
【図1】



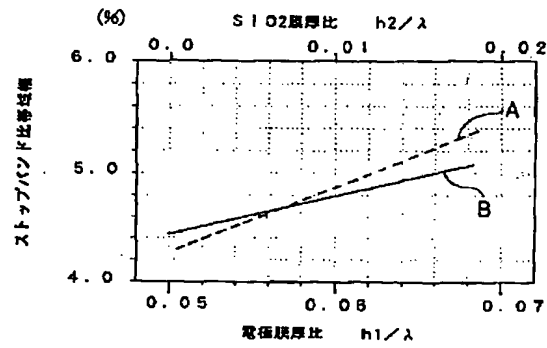
【図2】



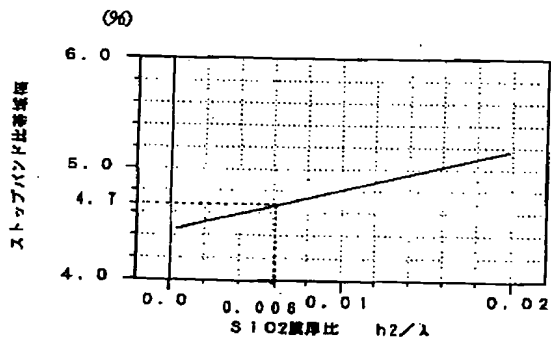
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

